

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1939

THÈSE

N°

589

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Jean GUILLOU

Né le 25 Juin 1912, à PLEYBEN (Finistère)

Contribution à l'étude
de
l'ionisation atmosphérique

Travail du Laboratoire de Physiologie appliquée à l'Hygiène Coloniale
de l'Ecole des Hautes Etudes. (Directeur : Docteur P. LASSABLIÈRE)

Président : M. TANON, professeur

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS

23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1939

085

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1939

THÈSE

N° _____

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Jean GUILLOU

Né le 25 Juin 1912, à PLEYBEN (Finistère)

Contribution à l'étude
de
l'ionisation atmosphérique

Travail du Laboratoire de Physiologie appliquée à l'Hygiène Coloniale
de l'Ecole des Hautes Etudes. (Directeur : Docteur P. LASSABLIÈRE)

Président : M. TANON, professeur

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS

23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1939

I. — Professeurs

Anatomie
 Physiologie
 Physique médicale
 Chimie médicale
 Bactériologie
 Parasitologie et histoire naturelle médicale
 Pathologie médicale et générale
 Pathologie médicale
 Pathologie chirurgicale
 Anatomie pathologique
 Histologie
 Pharmacologie et matière médicale
 Thérapeutique
 Hygiène et médecine préventive
 Médecine légale
 Histoire de la médecine et de la chirurgie

Pathologie expérimentale et comparée
 Hydrologie thérapeutique et climatologie

Clinique médicale

Hygiène et clinique de la première enfance
 Clinique des maladies des enfants
 Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale
 Clinique des maladies cutanées et syphilitiques
 Clinique des maladies du système nerveux
 Clinique des maladies infectieuses

Clinique chirurgicale

Clinique ophtalmologique
 Clinique urologique

Clinique d'accouchements

Clinique gynécologique
 Clinique chirurgicale infantile et orthopédie
 Clinique thérapeutique médicale
 Clinique oto-rhino-laryngologique
 Clinique thérapeutique chirurgicale
 Clinique propédeutique
 Clinique de la Tuberculose
 Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte
 Clinique de neuro-chirurgie
 Clinique cardiologie
 Assistance médico-sociale

Professeurs sans chaire



MM.
 ROUVIERE.
 Léon BINET.
 STROHL.
 POLONOVSKI.
 Robert DEBRE.
 BRUMPT.
 BAUDOUIN.
 ABRAMI.
 MONDOR.
 LEROUX.
 CHAMPY.
 TIFFENEAU.
 HARVIER.
 TANON.
 BALTHAZARD
 LAIGNEL-
 LAVASTINE
 FIESSINGER.
 CHIRAY.
 LOEPER.
 CARNOT.
 Marcel LABBE
 CLERC.
 LEREBOUTLET
 NOBECOURT.
 H. CLAUDE.
 GOUGEROT.
 GUILLAIN.
 LEMIERRE.
 CUNEO.
 GOSSET.
 GREGOIRE.
 LENORMANT.
 TERRIEN.
 CHEVASSU.
 LEVY-SOLAL.
 COUVELAIRE.
 JEANNIN.
 MOCQUOT.
 OMBREDANNE
 RATHERY.
 LEMAITRE.
 Pierre DUVAL
 VILLARET.
 TROISIER
 MATHIEU.
 Clovis VINCENT.
 LAUBRY.
 M...
 HAZARD.
 HOVELACQUE
 MULON.
 OLIVIER.
 SANNIE.
 VERNE.

II. — Agrégés en exercice

MM.
 AMELINE Pathologie chirurgicale.
 BARIETY Pathologie médicale.
 FENARD Henri Pathologie médicale.
 BERNARD Et. Pathologie médicale.
 BESANÇON (J.). Hydrologie.
 BOULIN Pathologie médicale.
 BULLIARD Histologie.
 CATHALA Pathologie médicale.
 COSTE Pathologie médicale.
 CHEVALLIER Pathologie médicale.
 DOGNON Physique
 FUNK-
 BRENTANO.... Pathologie chirurgicale.
 FEY Urologie.
 GAILLARD Parasitologie.
 GASTINEL Bactériologie

MM.
 DE GAUDART
 D'ALLAINES .. Pathologie chirurgicale
 GAYET Physiologie.
 DE GENNES Pathologie médicale.
 GIROUD Histologie.
 HAGUENAU Pathologie médicale.
 HALPHEN Oto-rhino-laryngologie
 HUGUENIN Anatomie pathologique
 JOANNON Hygiène.
 LACOMME Obstétrique.
 LANTUEJOL Obstétrique.
 LAROCHE Guy. Pathologie médicale
 LAVIER Parasitologie.
 LELONG Pathologie médicale.

MM.

LEMAIRE Pathologie expérimentale.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 LEVY (M^{re} J.) .. Pharmacologie.
 LEVY-VALENSI. Neurologie et Psychiatrie.
 MENEGAUX ... Pathologie chirurgicale.
 MOLLARET Pathologie médicale.
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET.. Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN Pathologie médicale.
 PETIT-
 DUTAILLIS Pathologie chirurgicale.

MM.

PIEDELIEVRE.. Médecine légale
 PORTES Obstétrique.
 RENARD..... Ophtalmologie.
 RICHEL Physiologie.
 SENEQUE Pathologie chirurgicale
 TURPIN Pathologie médicale.
 VIGNES Obstétrique.
 WILMOTH Pathologie chirurgicale

III. — Agrégés rappelés à l'exercice pour le service des examens

MM.

ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CHAILLEY-
 BERT Physiologie.
 HEITZ-BOYER.. Pathologie chirurgicale.

MM.

LARDENNOIS .. Pathologie chirurgicale
 NEVEU-
 LEMAIRE.. Parasitologie.
 LE LORIER ... Obstétrique.
 SCHWARTZ ... Pathologie chirurgicale.
 VAUDESCAL ... Obstétrique.

IV. — Agrégés chargés de cours de clinique annexe à titre permanent

MM.

ALAJOUANINE.. }
 AUBERTIN }
 BRULE }
 CHABROL..... }
 DONZELOT ... }
 DUVOIR } Clinique médicale
 LIAN }
 PASTEUR-VAL-
 LERY-RADOT.. }
 SEZARY }

MM.

BASSET }
 BROCO }
 CADENAT }
 GATELLIER ... } Clinique chirurgicale
 MOURE }
 QUENU }
 VELTER }
 ECALLE }
 METZGER ... } Clinique obstétricale

V. — Chargés de cours

MM.

CHAILLEY-BERT, agrégé Education physique.
 LEDOUX-LEBARD Radiologie clinique.
 RUPPE Stomatologie.
 WEILL-HALLE Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A MES PARENTS

Témoignage de ma profonde
reconnaissance pour tous les sacri-
fices qu'ils se sont imposés pour
moi.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR TANON
Professeur à la Faculté de Médecine de Paris
Membre de l'Académie de Médecine
Officier de la Légion d'Honneur

Qui a bien voulu nous faire le
grand honneur d'accepter la pré-
sidence de cette thèse.

Hommage de notre respectueuse
reconnaissance.

A MONSIEUR LE DOCTEUR P. LASSABLIERE

Directeur de l'Ecole des Hautes Etudes

Qui a inspiré et dirigé ce travail.
Pour l'accueil bienveillant qu'il
nous a réservé dans son labora-
toire.

Respectueux hommage de notre
profonde gratitude.

A MONSIEUR LE DOCTEUR M. UZAN

Maitre de Conférences à l'Ecole des Hautes Etudes

Qui nous a apporté au cours de
ce travail le plus dévoué concours
et dont l'aide nous a été si pré-
cieuse.

Témoignage de notre profonde
reconnaissance.

A MES MAÎTRES DE L'HÔTEL-DIEU DE RENNES

MONSIEUR LE PROFESSEUR LE DAMANY (Stagiaire)
MONSIEUR LE PROFESSEUR LE MONNIET (Externat)
MONSIEUR LE PROFESSEUR MASSOT (Internat)
MONSIEUR LE PROFESSEUR CHENET (Internat)
MONSIEUR LE PROFESSEUR BOURDINIERE (Internat)

A MES MAÎTRES DE L'HÔPITAL D'ARGENTEUIL

MONSIEUR LE DOCTEUR MIGNOT
MONSIEUR LE DOCTEUR BERTRAND
MONSIEUR LE DOCTEUR AUCLAIR

A MM. LES MÉDECINS DE L'HÔPITAL D'ARGENTEUIL

MONSIEUR LE DOCTEUR DE GRISSAC
MONSIEUR LE DOCTEUR DETROIS
MONSIEUR LE DOCTEUR MONTARNAL

A MES CAMARADES D'INTERNAT

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'IONISATION ATMOSPHÉRIQUE

INTRODUCTION

La croyance populaire a toujours attribué un rôle pathologique aux facteurs météorologiques. C'est ainsi qu'on a longtemps cru :

- à l'origine météorologique du choléra et à son rayonnement à longue distance par les prétendues nuées cholériques ;
- la genèse de la suette miliaire et du scorbut était attribuée au brouillard ;
- la fièvre jaune était due aux sécheresses prolongées ;
- l'humidité provoquait les rhumatismes, le froid, les maladies pulmonaires.

Mais les hommes du peuple n'étaient pas seuls à partager ces idées. L'influence du milieu environnant sur la santé humaine a, de tous temps, préoccupé les grands écrivains autant que les médecins. De LUCRÈCE à VOLTAIRE, d'HIPPOCRATE à TRILLAT, cette croyance s'est transmise, de jour en jour, plus solide.

HIPPOCRATE, dans son traité « des eaux, des airs, des lieux », insistait sur l'influence des facteurs atmos-

phériques dans l'apparition des maladies infectieuses:

« l'air produit les grands phénomènes, donne la vie et transmet les maladies. »

Après lui, THUCIDYDE, GALLIEN, SYDENHAM, etc..., soutiennent les mêmes idées. Mais très longtemps, le problème de la météoropathologie est resté très obscur. On devinait, on sentait l'action, mais on la vérifiait difficilement.

Servis par des moyens matériels très considérables, les auteurs contemporains ont essayé d'étudier les différents facteurs qui composent un climat :

- facteur atmosphérique ;
- facteur cosmique ;
- facteur tellurique.

C'est là surtout qu'apparaît la difficulté, difficulté qui est due à l'extrême complexité, à l'enchevêtrement des phénomènes météorologiques et cosmiques, considérés non seulement en eux-mêmes ou dans leur rapport commun, mais encore et surtout dans leurs répercussions sur l'organisme humain. Un climat est un tout dont l'effet est loin d'être simple et isolé.

Etat hygrométrique, température, pression barométrique, nombre d'heures d'insolation, quantité et nombre de jours de pluie, etc..., ce sont là des facteurs capables de caractériser un climat au point de vue météorologique, mais souvent, ils ne sont d'aucune utilité au point de vue biologique. Ils ne sont certes pas sans intérêt, mais il semble aujourd'hui qu'il existe un autre facteur bien plus intéressant pour le médecin, à cause de son action prépondérante sur

l'organisme humain : c'est l'électricité atmosphérique. « De toutes les branches de la science moderne, écrit BERTHELOT, l'électricité est peut-être, à l'heure actuelle, la plus envahissante. Bien rares sont les phénomènes où l'on ne soupçonne pas son intervention, alors même qu'on ne réussit pas à la mettre en évidence ». DE SAUSSURE, l'Abbé NOLLET, MITCHELL EVERTON avaient déjà soupçonné le rôle important de l'état électrique de l'air « dans la biologie et pathologie humaines ». Mais cette question resta longtemps obscure et ce n'est que lorsque les physiciens de la fin du siècle dernier eurent trouvé les véritables vecteurs de l'électricité de l'air, les ions des gaz que la question commença à s'éclaircir. On s'aperçut alors que l'électricité atmosphérique comprenait trois éléments :

- le champ électrique terrestre ;
- le gradient ou différence de potentiel entre deux points situés sur une même verticale ;
- l'ionisation et la conductibilité, ce dernier élément semblant avoir l'action la plus importante en pathologie.

L'ionisation de l'air est due à la présence dans l'air de particules chargées électriquement, les ions dont les physiciens arrivèrent à préciser : la nature, le poids, la charge, la répartition, la mobilité, les réactions.

Dès lors, l'étude complète de ces ions dans une atmosphère donnée, fut possible, mais leur rôle biologique ne fut mis en lumière que le jour où on fut capable d'en produire à volonté. L'ionisation artifi-

cielle permettant d'enrichir une atmosphère en ions de telle ou telle qualité, ouvrit la voie à l'expérimentation de l'action des ions sur l'organisme.

Dans ce modeste travail, nous ne visons, certes pas, l'originalité, mais nous nous proposons simplement de faire le point, la synthèse des connaissances actuelles sur l'ionisation atmosphérique. Certes, bien des questions sur ce sujet sont encore obscures, des résultats sont contradictoires, de nombreux savants sont d'avis opposés. Cependant, il apparaît déjà qu'on puisse tirer quelques conclusions solides.

Nous nous proposons d'étudier :

- l'ionisation atmosphérique ; ses variations ;
- l'ionisation artificielle ;
- l'action biologique de l'ionisation naturelle et artificielle, et les déductions thérapeutiques, et
- les théories émises sur leur mode d'action.

CHAPITRE PREMIER

IONISATION ATMOSPHERIQUE

A. — L'IONISATION EN GENERAL

L'atmosphère qui nous entoure, est électrisée et cette électricité, comme nous l'avons déjà dit, se compose de trois éléments :

- un champ électrique terrestre, à direction horizontale ;
- un champ électrique de l'air ou gradient de potentiel, dû à ce fait qu'il existe une différence de potentiel entre deux points pris sur une même verticale, entre les couches hautes de l'atmosphère et la surface de la terre.

La valeur du champ normal est très variable et ces variations se font sous l'action de nombreux facteurs, telles que la température, la pression atmosphérique, l'état hygrométrique, les pluies, les nébulosités, les vents, la neige, le sol.

Il existe, en outre, des variations journalières et saisonnières.

- l'ionisation de l'air et la conductibilité.

L'ionisation de l'air est due à la présence de ces particules extrêmement petites que LANGEVIN a dénommées les ions, et dont la genèse s'explique ainsi :

Sous une influence quelconque, telle que le rayonnement radioactif, une molécule neutre d'un gaz perd un électron ; elle devient alors un ion moléculaire positif, tandis que l'électron mis en liberté, s'attache à une molécule voisine neutre, qui devient un ion moléculaire négatif.

Ces deux ions moléculaires, négatif et positif, en vertu de leur pouvoir inducteur, s'entourent d'un certain nombre de molécules neutres, et il y a ainsi constitution d'ions légers, qui sont caractérisés :

- par leur masse : 10 fois la masse diatomique,
- par leur dimension : 4-8 angstroms,
- par leur mobilité : 1 cm/sec dans un champ de 1 volt.

Si l'atmosphère n'est pas pure et qu'on y trouve de la vapeur d'eau, des petites poussières, des globules liquides ultra-microscopiques, des microbes même, un certain nombre des ions se fixe sur ces particules, et on aura ainsi toute une gamme d'ions différents par leur masse, leur dimension et aussi par leur mobilité qui varie en sens inverse de leur grandeur.

On peut ainsi classer les ions d'après leur mobilité, classification analogue à la classification des radiations solaires d'après leur longueur d'onde, et comme on a un spectre solaire, on a aussi un spectre d'ions.

BALDIT donne le tableau suivant pour les ions atmosphériques :

Catégorie	Mobilité limite inférieure	limite supérieure	Grosseur
ions légers	$10.000.10^{-4}$ cms/v		4-8 Å
ions intermittents			
légers	100.10^{-4} cms/v	$10.000.10^{-4}$ cms/v	80 Å
ions intermittents			
lourds	10.10^{-4} cms/v	100.10^{-4} cms/v	80.260 Å
ions lourds ou			
de Langevin ...	$2, 5, 10^{-4}$ cms/v	10.10^{-4} cms/v	260-550 Å
		$2.5.10^{-4}$ cms/v	550 Å et plus

Dans une atmosphère quelconque, il y a toujours formation d'ions, sous l'influence des substances radioactives, des radiations solaires, des rayons cosmiques, des décharges électriques, etc... Mais, en même temps, ces ions se recombinent, redonnant des molécules neutres, si bien qu'à un moment donné, le nombre d'ions qui se forment ou qui se détruisent, peut être égal : l'atmosphère est stable, mais cette stabilité n'est au fond que fictive et n'est jamais atteinte, sauf dans les cas exceptionnels de temps extrêmement calme.

Les ions sont la cause de la conductibilité de l'air, surtout les ions légers, du fait de leur très grande mobilité. On comprend dès lors les relations qui peuvent exister entre le champ électrique, la conductibilité et l'ionisation atmosphérique. Si les ions, surtout les ions légers, sont très nombreux, la conductibilité

est forte et la différence de potentiel entre deux points tendra à s'égaliser, donc le champ électrique, sera faible, le champ électrique moyen est fort.

La présence des gros ions dans l'atmosphère, ions très peu mobiles, coïncidera avec un champ électrique fort. Il existe un parallélisme entre la valeur du champ et la teneur en gros ions, tandis que la conductibilité et teneur en petits ions d'une part, et champ électrique d'autre part, sont inversement proportionnels.

Les ions diffèrent donc par leur grandeur et aussi par leur charge négative ou positive. MERCIER et JOYET admettent que les ions négatifs et positifs diffèrent encore par leur constitution : tandis que les ions positifs peuvent être formés à partir de l'une quelconque des molécules qui se trouvent dans l'air, les ions négatifs sont probablement formés d'un certain nombre de molécules d'oxygène et de vapeur d'eau seulement, qui s'attachent à un électron libéré par le processus d'ionisation.

Une atmosphère donnée, sera donc caractérisée par non seulement le nombre d'ions, la charge de ces ions et leur grandeur : il faut donc mesurer les ions.

B. — MESURE DE L'IONISATION

« Mesurer, c'est définir », disait THOMSON, et le but de cette mesure, ce n'est pas seulement de compter le nombre d'ions par centimètre cube, mais encore de

voir quelle est leur charge. Le principe de cette mesure repose sur le phénomène de la déperdition électrique : tout corps électrisé mis dans l'air, perd de sa charge et celà, d'une façon d'autant plus rapide que l'air est plus conductible, donc plus ionisé : ce corps quelconque, s'il est électrisé positivement, attirera les ions négatifs et sa charge sera neutralisée progressivement. S'il est électrisé négativement, il attirera les ions positifs. Il suffira donc de mesurer le temps de déperdition pour avoir une idée de l'ionisation. C'est là, certes, un procédé imparfait.

Le premier appareil construit sur ce principe fut l'électroscope à deux feuilles d'or. Si l'on met cet appareil en contact avec un corps électrisé, les deux feuilles s'écartent : chargé d'électricité positive, il se décharge dans une atmosphère négative ; chargé d'électricité négative, il se décharge dans une ambiance positive et les deux feuilles d'or retombent. La durée de la chute mesure l'ionisation.

De nombreux appareils ont été construits depuis ; nous allons les passer rapidement en revue. Les principaux sont :

- Appareil de KOLLER ;
- Appareil de ELSTER et GEITEL ;
- Ionomètre de VLÈS ;
- Ionomètre de DENIER et SALOMON ;
- Appareil de ELSTER et GEITEL. Il consiste en un électroscope à feuille d'or, qui note la chute de potentiel d'un cylindre chargé d'électricité et qu'on place dans une atmosphère quelconque.

Il existe de nombreuses causes d'erreurs, telles que le vent, la protection insuffisante du cylindre de déperdition.

- Dans l'ionomètre de DENIER et SALOMON, la chambre d'ionisation est remplacée par une tige métallique.
- Appareil de GERDIEN, complété par SWANN.

Cette méthode consiste à accélérer la décharge de l'électromètre de WULF, en aspirant l'air étudié, à la vitesse de 4 m. par seconde, dans un cylindre formant un condensateur cylindrique ; l'armature externe est reliée à la cage de l'électroscope ; l'armature interne est une électrode cylindrique connectée aux fils de l'électromètre ; l'électrode axiale est chargée, positivement ou négativement, elle attire les ions négatifs ou positifs.

Par cet appareil, la valeur de la conductibilité est donnée par la formule suivante :

$$\lambda = \frac{1}{4\pi} \frac{C'}{C} \frac{1}{t} \log \frac{V_0}{V}$$

C = capacité totale du système ;

C' = capacité soumise à la déperdition ;

t = temps mis pour produire la déperdition ;

V₀ = voltage initial ;

V = voltage après déperdition.

IONOMÈTRE DE VLÈS. — Il se compose d'une cage en bois, cylindrique, recouverte de cellophane, formant un cylindre vertical de 30 cms de large sur 80 de haut, supportée par une tige métallique reliée à la terre. Dans ce cylindre, à 25 cc. de l'orifice supérieur, un disque circulaire en grillage métallique, de 22 cms de diamètre, relié à travers un isolateur à un électroscope placé en dehors constitué par une cage métallique à fenêtre de verre, reliée à la terre et une armature centrale isolée supportant une feuille d'aluminium.

Les déplacements de la feuille d'aluminium sont repérés sur une division circulaire.

En bas, un plateau métallique, monté sur une tige mobile qui peut coulisser dans le pied du cylindre. La grille métallique est chargée par contact avec une tige de verre ou une baguette d'ébonite, on mesure le temps de déperdition de l'électroscope entre les divisions toujours identiques de l'échelle (30-20), à partir de la verticale qui est la position de repos de la feuille d'aluminium.

L'ionomètre ouvert aux deux bouts, l'air est soumis à son renouvellement spontané.

Cet appareil a été imaginé par VLÈS, dans un but spécial : celui d'étudier les variations de la croissance des plantes suivant qu'elles étaient placées dans un milieu relié au sol ou isolé.

Dans cet appareil, le nombre d'ions s'obtient par une formule simple :

$$\frac{A}{T}$$

A : constante de l'appareil, variable suivant la distance grille plateau ;

T : temps de déperdition.

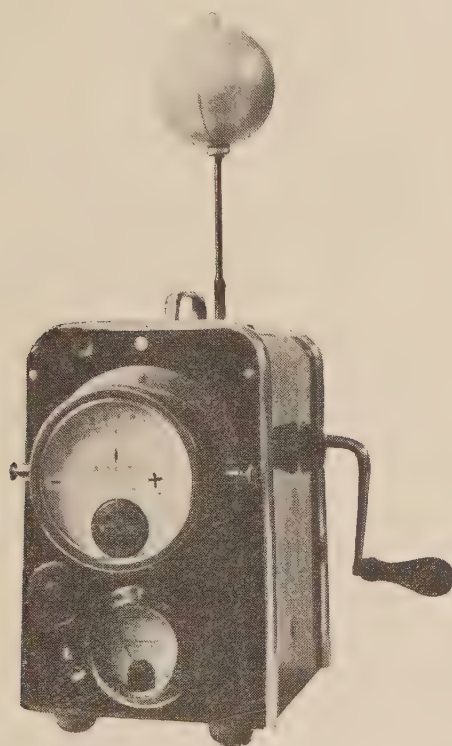
APPAREIL DE CONSTANTIN. — C'est un double ionomètre, avec deux électroscopes jumelés, qu'on charge l'un positivement, l'autre négativement : le temps de décharge de chaque électroscope donne les mesures, le premier, des ions négatifs ; le deuxième, des ions positifs.

APPAREIL DE WALTER. — Il a pour base la mesure de la charge électrique, prise par une sphère isolée, primitivement déchargée par mise à la terre, isolée pendant une fraction de seconde, pendant laquelle elle est soumise à la pluie des ions atmosphériques, et déchargée dans un appareil amplificateur qui cause une déviation de l'aiguille.

Il s'oppose donc aux autres appareils qui sont du type à décharge. Il se compose d'une boule tenue en l'air au-dessus de l'appareil et parfaitement isolée, un moteur qui fait les manipulations, et un système constitué par une lampe électromètre actionnant un microampèremètre, sur lequel on lit les impulsions de l'aiguille. Il comporte ses batteries de pile.

Des voyants de couleur se présentent devant une fenêtre et indiquent le temps des diverses manœuvres.

- bleu : il faut mettre la boule au sol et régler le 0 du microampèremètre ;
- jaune : la boule se charge. Tout doit rester immobile pour ne pas créer de perturbations par courants d'air ;



APPAREIL DE WALTER (1)

- rouge : c'est la décharge, avec la déviation de l'aiguille, on peut avoir successivement la numération des ions positifs et négatifs.

(1) Nous remercions M. WALTER qui nous a prêté gracieusement son appareil.

Les chiffres à gauche indiquent les ions positifs ; les chiffres à droite, les négatifs.

Cet appareil n'est pas un compteur d'ions, mais il donne la résultante à chaque instant entre les ions négatifs et positifs.

C. — IONISATION NATURELLE

Ces appareils de mesure ont permis d'étudier l'ionisation atmosphérique, et surtout de mettre en relief, les sources de l'ionisation, et les facteurs atmosphériques capables de la faire varier.

Les sources de l'ionisation.

LES MATIÈRES RADIO-ACTIVES. — Une des principales sources d'ionisation, la plus importante à basse altitude, c'est le rayonnement des corps radio-actifs que ces corps se trouvent dans le sol, ou dans l'eau. La désintégration du radium en radon puis en radium α , β , γ , est accompagnée d'émissions de rayonnement α , β , γ . L'ionisation par les rayons α , β , qui sont des particules, résulte du choc de ces particules contre les molécules gazeuses, choc qui disloque les molécules et met en liberté un électron.

Ces corps radio-actifs se trouvent dans le sol. La teneur d'un sol en radium, teneur plus forte pour le granit, plus faible pour les calcaires, nous explique

l'ionisation maxima dans les régions riches en silice, formé par les schistes cristallins, les granits. L'ionisation y est à prédominance négative.

Les eaux thermales radio-actives renferment du radon dissous, ou entraînent des produits radio-actifs contenus dans les roches. Ce rayonnement ne peut pas traverser une couche de plus de deux mètres. Les eaux radio-actives ne produiront donc des ions qu'au voisinage de leur émergence ; mais au cours de leur trajet souterrain, ces rivières apparaissent à la lumière, creusant des cavernes, des gouffres, des grottes, leur pouvoir ionisant se manifestera encore là, et l'air de la grotte sera fortement ionisé, et les courants d'air peuvent répandre aux alentours cet air chargé d'ions.

Les matières radio-actives du sol ou de l'eau sont une source puissante d'ionisation négative, et dans les endroits où se fait sentir leur action, on a :

$$\frac{\text{ions négatifs}}{\text{ions positifs}} > 1$$

Ces lieux à ionisation maxima, comme l'a montré DAUZÈRES, attirent la foudre, et ce caractère permet même de déceler un gisement radio-actif. On en trouve surtout à Madagascar, à la colonie belge du Katanga, et dans ces régions les chutes de foudre sont très fréquentes. En France, il existe un gisement près d'Autun (l'autunite).

Ce rayonnement radio-actif, issu de l'écorce terrestre, agissant de bas en haut, exerce une influence

plus ou moins étendue mais à lui s'ajoute un autre rayonnement de haut en bas, issu du soleil, peut-être de la lune et des étoiles.

RAYONS SOLAIRES, RAYONS LUNAIRES. — L'influence de ce rayonnement sur l'ionisation a été mise en lumière par l'expérience de NODON, en 1907. Il constata qu'un électromètre à feuilles d'aluminium se déchargeait d'une façon continue mais variable d'un instant à l'autre, suivant qu'il reçût directement la lumière solaire ou qu'il fût masqué par un corps opaque. Ce phénomène se produisait la nuit comme le jour. Des expériences postérieures montrèrent que l'activité de ce rayonnement ultra-pénétrant croissait avec l'altitude. Le soleil émet un rayonnement ultra-pénétrant, source d'ionisation ; cette émission se fait non seulement par sa surface normale, mais encore par les taches solaires et il semble qu'à certaines périodes, ce serait ce rayonnement qui produirait les plus grandes perturbations électriques (DENIER, HESS). En effet, lorsque les taches approchent du méridien central, on a des variations ioniques importantes et souvent des accidents aigus au cours des maladies chroniques.

Quant à l'hypothèse de NODON, attribuant à la lune une part dans l'émission des ultra-radiations, elle n'est pas encore vérifiée ; il semble qu'il faille l'attribuer au soleil, le rayonnement lunaire étant principalement sinon exclusivement un reflet de celui du soleil.

RADIATIONS COSMIQUES. — Des expériences pratiquées dans tous les pays par divers savants parmi

lesquels on peut citer MAC LENNAN, BEUTON, RUTHERFORD, COOK, JOCKEL, HESS, ROLHORSTER, MILLIKAN et ses collaborateurs HARVEY, BOWER, CAMERON, ORTIS, NORDMAN, aboutirent à la découverte d'un rayonnement ultra-pénétrant (rayon ultra γ de MILLIKAN, rayon δ de FAURE). Or, ce rayonnement est aussi puissant le jour que la nuit, plus abondant venant de Zénith quel que soit le point où se trouve le soleil sur l'orbite avec un maximum au moment du passage de la voie lactée au Zénith. Ce rayonnement ne provient donc pas du soleil, mais des étoiles, d'où son nom de rayonnement astral qui lui fut parfois donné, remplacé maintenant par rayonnement cosmique.

Ces radiations cosmiques ont une longueur d'onde variant de 0, 00076 Å., à 0, 00038 Å. Elles correspondent exactement à celles émises par l'atome d'hydrogène se transformant en atome d'hélium ou plus généralement lorsqu'un noyau d'un atome léger capture un autre électron. Or, les étoiles jeunes, ou en formation, contiennent principalement de ces atomes légers. Les électrons constituent les radiations corpusculaires émises par les étoiles, et ces électrons ont une très grande vitesse ; au début, elle peut atteindre la vitesse de la lumière. Dans leur trajet, ces électrons rencontrent des molécules, et de leur choc il y a dislocation de la molécule et libération d'autres électrons. Ainsi se trouvent constitués les rayons cosmiques primaires par les électrons issus des étoiles (rayons durs) et des rayons cosmiques secondaires par les électrons issus des molécules heurtées dans

la haute atmosphère ; tout cela a pour effet de libérer des électrons, donc d'augmenter l'ionisation atmosphérique.

L'influence de ce rayonnement sur l'ionisation varie très peu avec la latitude terrestre. A la surface du sol, ces rayons viennent de Zénith, tandis que dans la stratosphère, ils sont aussi nombreux dans tous les plans. Nous vivons donc constamment sous une pluie de rayons cosmiques, pluie variable, présentant parfois des averses où il se forme parfois des dizaines de millions d'ions en un point donné, entrecoupé de calme plat.

Ces rayons sont arrêtés par la pluie, les nuages, les fumées, les poussières, tout ce que A. CROVA a dénommé « le vase atmosphérique ». Or, dans les états pathologiques chroniques, les accidents aigus sont plus nombreux et plus intenses par beau temps, lorsque l'état atmosphérique permet à ces radiations d'atteindre plus facilement la terre ; guerre, émeutes, révolutions, n'éclatent pas par temps brumeux, mais d'ordinaire par des journées ensoleillées, avec ciel clair.

LES PHÉNOMÈNES DE COMBUSTION — LES DÉCHARGES ÉLECTRIQUES. — Les flammes, les solides incandescents sont une source d'ionisation, de même les décharges électriques. Or ces décharges peuvent se rencontrer dans la nature par temps d'orage. Pour produire une décharge disruptive il faut une différence de potentiel de 30.000 volts par centimètre

d'air. Or, par temps d'orage, il est fréquent de trouver des différences de potentiel de 10.000 volts entre deux points distants de 1 mètre sur une même verticale. Entre l'extrémité d'un végétal situé à 3 mètres au-dessus du sol, et un point voisin de l'atmosphère une décharge peut donc avoir lieu, qui produit dans sa trajectoire une grande quantité d'ions des deux sens.

LES CHUTES D'EAU. — Depuis les expériences de LENARD (des gouttes d'eau rejaillissant sur un plateau métallique donnent à l'air une charge négative) on sait que l'éclaboussement de l'eau, ou plus généralement la division brusque de masses d'eau en fines particules est une cause énergétique de production d'ions. STRIFFLING en a fait une loi plus générale : chaque fois que change la surface de contact entre l'air et l'eau (gaz et liquide) il y a production d'ions. Dans la nature, cette ionisation est produite au bord de la mer par le déferlage des vagues, au niveau des sources jaillissantes et des chutes d'eau. Au bord de la mer, il y a une augmentation très importante du nombre d'ions légers, tandis que le nombre des gros ions est relativement faible, mais l'ionisation totale est peu intense. Quant au sens de l'ionisation par éclaboussement de l'eau, il est variable suivant qu'il s'agit d'une eau pure, ou d'une eau contenant des sels en dissolution ; une eau pure ou dans laquelle le sel est à une concentration inférieure à 1 % donnera une prédominance d'ions négatifs ; au-dessus d'une concentration de 2 %, on aura une prédominance positive.

Enfin, d'après DEFFONTAINE, les végétations auraient également un effet ionisant.

Le soleil, la terre, le ciel, l'eau, le feu, tels sont les grands facteurs de l'ionisation atmosphérique. Mais, à côté d'eux, il existe d'autres éléments, qui sans être une source d'ions, sont capables de faire varier l'ionisation, soit en facilitant, soit en gênant l'action de ces grands facteurs, soit en diminuant l'état ionique de l'air.

Les facteurs de variations de l'ionisation.

LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE. — La baisse de la pression atmosphérique permet l'issue hors du sol des émanations radio-actives, qui sont sources d'ions.

LA TEMPÉRATURE. — Le jour, les courbes de la température et de l'ionisation sont inverses. Pour MAURRAIN, au contraire, l'ionisation croît généralement avec la température par effet direct, indépendamment de l'effet indirect provenant des variations de l'état hygrométrique, qu'entraînent les variations de la température.

L'ÉTAT HYGROMÉTRIQUE — Lorsque croît l'état hygrométrique de l'air, les gouttelettes d'eau, les centres neutres deviennent plus nombreux et fixent les ions légers (LINKE ISRAËL). Il y a donc une diminution de l'ionisation totale, diminution du nombre des petits ions, et augmentation du nombre des gros ions.

Pression, température, état hygrométrique réagissent les uns sur les autres : quand le baromètre monte, on voit l'humidité et la température baisser ; l'air devient plus froid, plus sec, plus ionisé. La nuit, cette action de la température, pression atmosphérique, hygrométrie, atteint son maximum. « A l'approche de l'aurore, dit SCHLIEF, la pression baisse, la température baisse, l'hygrométrie de l'air est à son point culminant (rosée de la nuit). C'est l'heure où la conductibilité est très élevée ; c'est l'heure aussi des décès et souvent des accouchements ».

LES PLUIES. — Les pluies agissent de deux façons sur l'ionisation de l'air. Dans un premier cas, elles diminuent l'ionisation en purgeant l'air de ses radio-éléments ; en rendant le sol imperméable, elles empêchent les émanations radioactives ; elles diminuent le nombre des petits ions en augmentant celui des gros ions.

Mais, dans un deuxième cas, et cela est surtout net par grandes pluies, les gouttelettes d'eau, en s'écrasant sur le sol, sont sources d'ions (effet Striffling). Des physiciens américains, G.-R. WAIT et A.-G. McNISH, étudiant l'ionisation de l'air en vase clos, pendant les pluies d'orage, ont même pu démontrer qu'il y a une proportionnalité entre la quantité de pluie tombée et le nombre d'ions produits. Il est vrai que, dans ces pluies d'orage, interviennent d'autres facteurs : diminution de la pression, décharges lumineuses entre les nuages.

LES NUAGES. — Augmentent le champ électrique, sont souvent le siège de décharges disruptives, et, par conséquent, augmentent l'aéro-ionisation.

LES NEIGES. — Les chutes de neige entraînent, en général, dans les courbes d'ionisation, des variations importantes. Chargée d'électricité, en général positive, la neige neutralise les ions négatifs et entraîne mécaniquement au sol des ions positifs et négatifs en proportion à peu près égale; on verra donc, par temps de neige, une augmentation de l'ionisation positive (CONSTANZO et NEGRO).

LES VENTS. — Les vents apportent tantôt des poussières, tantôt de l'humidité, et, par là, font varier l'ionisation.

Il existe un vent dont l'action a été bien étudiée : c'est le Foehn. C'est un vent soufflant du sud et sud-ouest qui, après avoir surmonté le massif alpin, redescend sur le versant nord, apportant avec lui la chaleur et la sécheresse. Il souffle en général du Voralberg, au lac de Genève. Maintenant, sous le nom de Foehn, on englobe tous les vents devenant chauds et secs par un mouvement de descente consécutif au survol d'une montagne élevée.

Ce vent apporte de l'air très pur et très sec, très riche en petits ions et très pauvre en centres neutres et gros ions. Voici quelques chiffres observés à Glaris:

	gros ions petits ions	
— Par vent du sur (Foehn)...	1.220	1.894
— Par vent nord, nord-ouest.	7.250	570

PURETÉ et VISIBILITÉ. — GIBAUT et SCHWEILER ont montré que l'ionisation varie proportionnellement avec la pureté et la visibilité : poussières, fumées, etc., captent les petits ions pour donner des gros ions.

ALTITUDE. — L'ionisation augmente avec l'altitude et on observe, en général, une prédominance positive très élevée.

LA MER. — Sur les bords de la mer, l'ionisation totale serait, en général, faible; on observerait une diminution des gros ions (l'air étant pur, les centres neutres sont peu nombreux) et une augmentation des petits ions. On a souvent une prédominance négative. Il y aurait des variations avec la marée : en haute mer, maximum du nombre des gros ions, et minimum lorsque la mer est basse; les résultats sont inversés pour les petits ions.

Les facteurs qui agissent sur l'ionisation sont donc extrêmement nombreux, et on comprend bien que l'ionisation varie constamment d'une heure à l'autre, d'un lieu à un autre; deux endroits distants à peine de quelques kilomètres peuvent avoir un état électrique atmosphérique tout à fait opposé. Il est donc superflu de parler d'ionisation régionale, on devrait parler d'ionisation locale.

Plus peut-être que l'ionisation totale, en biologie c'est le rapport :

$$\frac{\text{ions positifs}}{\text{ions négatifs}}$$

qui semble avoir une importance : or, nous avons vu que les différents facteurs atmosphériques sont tantôt la source d'ions négatifs ou positifs, il est donc intéressant de donner maintenant un schéma d'ensemble de l'état électrique de l'air, considéré sous l'angle des rapports :

$$\frac{\text{ions négatifs}}{\text{ions positifs}} \qquad \frac{\text{petits ions}}{\text{gros ions}}$$

Dans les couches basses de l'atmosphère, le rapport :

$$\frac{\text{nombre d'ions positifs}}{\text{nombre d'ions négatifs}} = 1 \text{ en général } 1,24$$

(MAURAIN)

Cette prédominance s'expliquerait par la moindre mobilité des ions positifs ; les ions négatifs plus mobiles auraient une absorption plus facile.

PETITS IONS NÉGATIFS EN EXCÈS. — Le brisement des gouttes d'eau pure, la pulvérisation d'une masse d'eau pure produit dans l'air des petits ions négatifs en excès (exemple de BAD GASTEIN), de même le brisement des gouttes de pluie à leur contact avec le sol, le bouillonnement de certains gaz s'échappant de la terre à travers des nappes d'eau, les décharges d'électricité négative au sol par les pointes des végé-

taux, par les aspérités des roches, lorsque ce dégagement atteint par temps d'orage le stade de l'aigrette, répandent dans l'air des ions négatifs. Donc, dans certaines circonstances, il peut exister de véritables nuages de petits ions négatifs. Les mouvements de l'atmosphère peuvent dissoudre ce nuage ; les petits ions peuvent être captés par les particules de l'atmosphère et tomber sur le sol, mais dans certains cas de temps calme, pur, on peut avoir une ionisation négative en excès. Cela s'observe souvent au bord de la mer, et SCHULZ l'a constaté dans l'île de Forn à Wick, comme CONSTANTIN à Biarritz, surtout lorsque le vent souffle de la mer.

PETITS IONS POSITIFS EN EXCÈS. — Rapport $\frac{\lambda}{\lambda'}$ supérieur à 1,24. Le déferlement de la houle au large, le brisement des vagues sur les rochers, le brisement des gouttes d'eau chargées de sel, donnent, au contraire, des petits positifs. SCHULTZ qui a fait des travaux intéressants sur les eaux de Kreuznach, donne les résultats suivants : tandis qu'à la chute I, où la concentration en sel était de 0,97 % les rapports

$$\frac{\text{petits ions positifs}}{\text{petits ions négatifs}} = 1,01$$

à la chute VII, où la concentration était supérieure à 4 %, le rapport était de : $\frac{3250}{2087} = 1,56$

Les aigrettes produites à la surface du sol lorsqu'il est chargé positivement, donnent des petits ions posi-

tifs. En temps d'orage où les aigrettes s'observent, l'électricité du sol est le plus souvent positif; il y a donc, en ce moment, départ d'ions positifs, et ce phénomène suffirait pour certains physiciens à expliquer la charge négative du sol en temps normal.

En montagne, le rapport $\frac{\lambda}{\lambda'}$ (petits ions) dépasse

fréquemment 1,24 et atteint fréquemment 1,5.

GROS IONS EN EXCÈS. — Les gros ions sont formés par la fixation des petits ions sur les poussières sèches et les poussières liquides de l'air, toutes les matières ultra-microscopiques en suspension dans l'air, parmi lesquelles on peut ranger les gouttelettes microbiennes qui, par le fait de cette charge, pourraient avoir un pouvoir de pénétration dans l'organisme plus grand. Les gros ions sont donc très nombreux là où les poussières, les fumées, les impuretés de l'air sont abondantes, en un mot, dans les villes.

MAURAIN et SALLES donnent les chiffres suivants, Paris :

Gros ions	33.400	Petits ions	156
-----------	--------	-------------	-----

Ces chiffres s'opposent à ceux obtenus par les mêmes auteurs en pleine campagne, au Val Joyeux (30 kms de Paris).

Gros ions	3.200	Petits ions	630
-----------	-------	-------------	-----

Le gaz d'échappement des automobiles est une cause énergique de production de gros ions (20 à 100 % d'augmentation de leur nombre au passage d'une voiture). Sur ces produits gazeux se condense

de la vapeur d'eau, formant ainsi des noyaux de condensation sur lesquels se fixent des ions légers. Les gaz, les fumées s'échappant des cheminées d'usine agissent dans le même sens. En un point donné d'une ville, si on mesure quotidiennement le nombre des gros ions, on aperçoit des variations très importantes, suivant les directions du vent, surtout d'un vent faible. On peut arriver à déceler ainsi la partie de la ville, source d'impuretés. Les relations du nombre des gros ions avec la pureté de l'air sont donc nettes, si bien que LANGEVIN a pu dire :

« Le nombre spécifique des gros ions est une indication du degré d'impureté de l'air ».

C'est peut-être le moyen de contrôle de demain de la viciation de l'atmosphère.

Poussières, gaz, facteurs de pollution des atmosphères des villes sont les sources des gros ions. Mais nous avons déjà vu que la brume, le brouillard, la pluie, bref tout ce qui augmente l'état hygrométrique de l'air, amènent la formation de noyaux de condensation, et partant, de gros ions. Quant au rap-

port $\frac{\text{gros ions positifs}}{\text{gros ions négatifs}}$, il subit en général les mêmes

influences que le rapport $\frac{\text{petits ions positifs}}{\text{petits ions négatifs}}$,

L'état électrique de l'air est donc différent au bord de la mer, en montagne, en ville. Il subit, à tous les moments, de perpétuels changements. MIGNOT et MOLLARD ont proposé de classer les climats d'après

ieur état ionique. C'est là, il me semble, une tentative un peu audacieuse, car, peut-être, plus que l'ionisation totale, ce sont les variations de cette ionisation qui ont une importance en pathologie. Le Docteur RENAUDIN, qui a étudié comparativement les climats de Berck, Abbeville et Paris, aboutit à cette conclusion que les différences entre ces trois climats sont très faibles. Mais il a constaté qu'à Berck, la courbe de l'ionisation était plus accidentée, avec des passages rapides de l'ionisation positive au-dessus et au-dessous de l'ionisation négative et il semblerait que la caractéristique d'un climat actif et stimulant serait cette variation.

Cependant, CATTIER propose cette classification ; il s'agit ici de climats non régionaux, mais locaux, de micro-climats.

1° *Micro-climats de campagne*, reposant, sédatifs : avec prédominance d'ions négatifs légers.

2° *Micro-climats de plaine*, de grandes étendues et des terrains découverts, avec prédominance d'ionisation positive; l'être y voit croître son élasticité musculaire, mais les pulmonaires doivent s'en méfier.

3° *Micro-climats de forêt* :

a) Peut présenter sous les arbres une ionisation nulle, due à l'effet protecteur des feuilles contre le bombardement ionique.

b) Prédominance négative dans la clairière.

- 4° *Micro-climats d'altitude*, chargés intensément d'ions négatifs ; sédatifs et toniques à la fois ; quand l'air est par trop sec, peuvent surgir des ions positifs ; à l'époque des brouillards, l'ionisation se modifie également.
- 5° *Micro-climats marins*. — En général, dans une atmosphère très humide, prédominent les ions négatifs, mais, au bord de la mer, le sel détermine une ionisation légèrement positive ; c'est pour cela que l'air marin salé serait stimulant. En outre, s'exerce l'action des marées changeant l'ionisation.

CHAPITRE II

L'IONISATION ARTIFICIELLE

L'ionisation de l'atmosphère est donc constamment variable, changeant à tout instant dans un milieu donné, en dehors même des variations diurnes et nocturnes, saisonnières. De plus les variations du rapport nombre d'ions positifs

— — — — — sont toujours voisines de 1.
nombre d'ions négatifs

Or en thérapeutique on peut chercher à avoir un rapport constant, et surtout à avoir la prédominance de tel ou tel signe, presque totale. Il ne s'agit pas seulement d'ioniser l'atmosphère, mais d'obtenir un courant d'air ionisé unipolairement : c'est le but de l'ionisation artificielle.

C'est à Steffens, médecin de Hambourg, en 1910, que revient l'honneur du premier essai d'ionisation artificielle. Il fut suivi par de nombreux auteurs. Farkas, Grobley qui construisirent un électro-émanatorium, Picard qui produisait des ions par des rayons U. V. La lumière U. V., les rayons X, les émanations de corps radio-actifs (radium, polonium) les flammes, les sels et métaux incandescents, les effluves de courant à haute tension des pointes, les machines statiques,

furent les uns après les autres, mis à contribution mais aujourd'hui c'est aux métaux incandescents, aux corps radio-actifs que l'on fait appel.

Les principaux appareils producteurs d'ions, classiques sont ceux de :

Dessauer.

Tchewsky.

Mercier et Joyet.

Koller.

Denier.

Walter.

Appareils producteurs d'ions,

Dans l'appareil de Dessauer c'est à des blocs d'oxyde de magnésium, chauffés à haute température qu'on fait appel comme source d'ions. On fait passer un courant d'air qui entraîne les ions produits, à travers une grille portée à un potentiel élevé et dont on peut faire varier le signe à volonté. Les ions obtenus sont de signe opposé à celui de la grille.

Mercier et Joyet emploie un milligramme de radium élément. L'intérêt de cette méthode est d'obtenir des ions à peu près semblables à ceux qu'on observe dans les basses altitudes (les ions des couches basses de l'atmosphère proviennent des matières radio-actives, tandis que ceux des couches élevées sont produits par les rayons U. V. et cosmiques). On a ainsi une source continue à débit important. Comme appa-

reil de sélection, on dispose deux grilles planes, parallèles, portées à un certain potentiel : ces grilles créent entre elles un champ électrique. Les ions obtenus sont positifs si le champ électrique et le courant d'air sont de même sens ; négatifs s'ils sont de sens opposé.

Le seul inconvénient c'est qu'en même temps les rayons α , β qui sont les sources d'ions, le radium émet un rayonnement γ qui par son pouvoir pénétrant pourrait nuire aux animaux traités ; on y remédie par une épaisse protection de plomb.

Koller utilise un fil de tungstène porté à un potentiel de 7.000 volts : ce fil est contenu dans un cylindre relié à la terre, dans lequel passe un courant d'air qui débite 6 litres par seconde. Les ions produits sont du signe du fil.

Quant à Tchijewsky il emploie un courant à haute tension de 50.000 volts à 80.000 volts, produit par une machine statique, un inducteur ou un transformateur. Ce courant est transmis à un réseau métallique suspendu au plafond sur des isolateurs, et munis de pointes (200 par m²). Pour obtenir un courant unipolaire, on intercale un redresseur (Kénotron). L'autre pôle de la génératrice est à la terre : le sujet biologique est placé à distance de 1 mètre des pointes. Il n'y a pas dans cet appareil de production d'ozone, ni de produits azotés. Le champ électrique est excité, mais d'après Tchijewsky il est sans action biologique.

Denier emploie une machine statique à 12 plateaux ; une bobine avec interrupteur à mercure sert à amor-

cer le statique; le négatif est redressé par un Kénotron, le positif est à la terre par l'intermédiaire d'un condensateur.

Dans l'appareil de Walter, il existe une série de pointes dépassant un plateau à polarité différente. La différence de potentiel est obtenue par un Kénotron. On peut produire les ions du signe qu'on veut, Un courant d'air de 4 m. sec. entraîne les ions produits. Dans ce dispositif les tensions employées ne sont que de l'ordre de 25.000 ou 30.000 volts, donc peu dangereuses.

Il existe d'autres dispositifs faisant appel à d'autres métaux (on tend à délaissier les cathodes formées d'oxydes alcalins terreux (OMg, γ tO) qui s'altèrent rapidement) ou au pouvoir ionisant de la pulvérisation des liquides.

Les ions obtenus par ces différents appareillages sont variables, nous avons déjà vu que la mobilité des ions connus variait environ entre 10.000, 10^{-4} cm. sec./v à 2,5, 10^{-4} cms/v.

On est presque arrivé à combler cet intervalle, et à avoir une série de gammes d'ions. Les ions produits par les pointes sont en général les plus rapides, donc les plus petits : ceux de Koller ont une mobilité de 0,48, 10.000 10^{-4} cms./v.

Ceux de Dessauer de 0,7, 100, 10^{-4} cms/v à 0,18, 100, à 10^{-4} cms./v.

La constitution des ions est différente suivant le métal employé : si on admet avec Mercier et Joyet que les ions négatifs légers sont constitués par des molécu-

ies d'oxygène et d'eau, on admet également aujourd'hui, que les ions lourds produits contiennent des éléments de la source productive. On voit tout l'intérêt de cette question en thérapeutique : l'inspiration des ions pourrait être le mode d'introduction dans l'organisme de différents produits, or, calcium dans la tuberculose, iode dans la sclérose, chlore, anhydride sulfureux dans la grippe, des résines dans les suppurations bronchiques et pulmonaires.

Dessauer, Janitzky, Happel, Volodkewitsch, admettent aussi que les ions produits par leur appareil, ions de grandeur de 100 à 190 A° et de mobilité 0,7, 100 10^{-4} cms./v à 0,18, 100, 10^{-4} cms./v sont formés simplement d'oxyde de magnésium.

La densité des ions obtenus par les appareils précédents est importante : celui de Tchijewsky donne un flux de 10^6 à 10^9 ions par seconde et par cm^2 ; celui de Dessauer donne 10^7 .

On comprend alors, que les réactions de l'organisme sont plus importantes et plus rapides sous l'effet d'ions si nombreux et que l'étude de l'action biologique de l'ionisation artificielle va être plus facile que celle de l'ionisation atmosphérique.

CHAPITRE III

ACTION BIOLOGIQUE DE L'IONISATION

« L'être humain sous le bombardement incessant d'ions mystérieux se trouve malgré lui mêlé à une ronde de molécules sur un globe chargé d'énergie électrisée : il réalise à l'échelon de l'infiniment petit, ce que les astres nous révèlent à l'échelon de l'infiniment grand. » On a essayé de déterminer les réactions de l'organisme sous ce bombardement. Dans un premier ordre de faits on a relevé les troubles ou les améliorations qu'apportent dans un organisme malade, prédisposé ou même sain les variations de l'ionisation naturelle. Dans un deuxième ordre de faits, on a étudié le comportement de l'organisme sous l'effet des ions produits artificiellement.

Observations cliniques

De tous côtés on a publié des observations assez disparates où l'ionisation semble agir sur l'organisme en donnant souvent des résultats contradictoires ; cela tient à la difficulté de la détermination de l'ionisation

atmosphérique qui demande un outillage assez complexe, et une connaissance de la physique souvent étrangère aux médecins ; cependant quelques faits ont été bien démontrés, sur lesquels ne plane plus aucun doute.

- l'action sur les tuberculeux pulmonaires,
- l'action sur les maladies allergiques,
- l'action sur les poussées aiguës dans les maladies chroniques,
- l'action sur la périodicité des épidémies,
- l'action sur le sang.

L'ACTION DE L'IONISATION SUR LES TUBERCULEUX PULMONAIRES.

Claude Pressat sous la direction de Chaize a bien étudié dans sa thèse les réactions de l'organisme sous l'effet des perturbations ioniques de l'atmosphère. Observant les tuberculeux du sanatorium de Cambo, il a constaté que nombre d'accidents survenant à ces tuberculeux coïncidait avec un état spécial de l'ionisation. Ces accidents consistent surtout en hémoptysie, et encore en crises d'asthme, des migraines, des malaises, avec poussées fébriles, congestives, évolutives décelables cliniquement. Ces accidents se produisent en groupe, et concordent avec une hausse de l'ionisation positive atmosphérique, pouvant aller jusqu'à la prépondérance accidentelle de ce signe, car à Cambo, l'ionisation normale est à prédominance négative. Ces perturbations atmosphériques, avec augmentation de l'ionisation positive précèdent de quel-

ques heures à un jour l'apparition du vent du sud, et les chutes de neige, et cessent parfois quand ceux-ci deviennent perceptibles (nous trouvons là l'explication, pourquoi certains sujets sensibles comme les tuberculeux pulmonaires, rhumatisants, migraineux, asthmatiques sont des « véritables prophètes du temps », c'est qu'ils décèlent le trouble électrique de l'air, avant l'apparition des phénomènes météorologiques).

Les autres phénomènes météorologiques telles que les variations de la pression atmosphérique, la température, luminosité et insolation, hygrométrie, pluies, grêles, orages, vents autres que les vents du sud n'ont présenté à Cambo de relations avec l'apparition sur les tuberculeux pulmonaires d'accidents en groupe. Il semble bien démontré que c'est la variation de l'ionisation avec l'augmentation positive qui déclanche chez les tuberculeux les hémoptysies. Cette variation s'observant surtout par « vent du sud » et « temps de neige », mais encore à un moindre degré par pression basse et faible hygrométrie, vents forts et secs, chaleur, insolation. Par contre Pressat a également constaté que tous les phénomènes qui diminuent la valeur de l'ionisation totale et tendent vers une augmentation de l'ionisation négative, sont dépourvus d'action nocive sur les tuberculeux pulmonaires, et que même certains d'entre eux, comme les vents faibles et humides, la pluie, le brouillard, les hausses de pression, etc... ont une action sédative.

L'ACTION DE L'IONISATION SUR LES MALADIES ALLERGIQUES.

Un grand nombre d'auteurs (Mouriquand, Ponthus, Denier, Chaize), ont observé que des accidents surviennent chez certains individus qu'on groupe sous le vocable d'arthritiques, au moment des variations électriques de l'air. Ces accidents étaient fréquents surtout quand soufflait le vent du midi et on les a groupés sous le nom du « syndrome du vent du midi ». Ce vent s'accompagne en général d'une élévation progressive de la température, en général peu élevée, qui ne peut donc par elle-même avoir une importance capitale, d'une baisse progressive de la pression barométrique, et une diminution de l'état hygrométrique ; tous ces phénomènes météorologiques produisent une augmentation de l'ionisation totale avec prédominance positive.

C'est dans ces conditions que Mouriquand et Ponthus ont observé différents troubles chez certains nourrissons et jeunes enfants ; ces symptômes morbides, vont du simple malaise, de l'irritabilité, de la douleur rhumatoïde, au déclenchement de coryza, de crises d'asthme, de vomissements acétonémiques, de crises nerveuses chez les épileptiques, et d'hémoptysies chez les tuberculeux ; chez certains enfants on observe de la fièvre et une déshydratation rapide qui peut entraîner la mort sans que l'autopsie ne décèle aucune lésion d'organie.

C'est également dans ces conditions que le goutteux fait des poussées aiguës ; c'est le moment où le rhu-

matissant chronique voit ses douleurs augmenter, ses articulations se fluxionner, coïncidant souvent avec un peu de fièvre : c'est à ce moment qu'apparaissent les poussées eczémateuses, les crises d'asthme, bref tous les accidents qui troublent la vie de l'arthritique.

On voit alors l'intérêt de la classification des sujets

	météorostables
par Mouriquand en	-----
	météorolabiles

Les premiers ont des organismes insensibles aux variations météorologiques, en dehors du moins des grandes dénivellations ; les seconds constituant la catégorie des neuro-hépato-arthritique réagissent facilement aux troubles météorologiques et en particulier aux variations électriques qui seraient la cause déclanchante des accidents ; une alimentation incorrecte n'agit qu'en accentuant la sensibilité météorologique, tandis qu'une hygiène bien comprise, une diététique visant le foie, peut la diminuer ; une mauvaise alimentation pourrait ainsi faire passer un organisme de l'état d'indifférence météorologique à l'état de météoro-sensibilité.

ACTION SUR LES POUSSÉES AIGÜES AU COURS DES MALADIES CHRONIQUES.

Tous les médecins s'aperçoivent que dans certaines circonstances atmosphériques, leurs vieux malades, cardiaques, hypertendus, etc..., présentent des crises. DENIER a bien étudié ces crises dans leur rapport avec l'état ionique de l'air. Dans ces observations, crises

d'angine de poitrine, œdème aigu du poumon, crises cardiaques brusques, hémorragies cérébrales, accès de goutte, mort subite, ont coïncidé, à part une fois, avec une ionisation positive de l'air, qui précédait les accidents et parfois demeurait pendant cette période. Les accidents ont cessé dès que l'ionisation négative prédominait.

La seule exception fut observée par temps de brouillard intense, qui dura trois jours, avec ionisation négative, mais avec forte conductibilité.

Etudiant de plus près ces accidents, DENIER aboutit à cette conclusion, qu'il existe deux ordres d'accidents :

1° Des accidents d'ordre hypertensif et sanguin, tels que les crises cardiaques, les crises d'angine, les hémorragies cérébrales, coïncidant avec une plus forte conductibilité et une ionisation positive ;

2° Des accidents intéressant les espaces lacunaires, tels que les œdèmes, les poussées cellulalgiques, qui peuvent se voir parfois par conductibilité faible et moyenne.

ACTION SUR LES POUSSÉES ÉPIDÉMIQUES.

On a signalé des poussées épidémiques au moment des valeurs très grandes de la conductibilité de l'air. SOKOLOFF, en 1905, remarque au Caucase, une apparition abondante de cas de rhumatisme, qui coïncide avec une forte conductibilité de l'air. Il observe la même coïncidence en 1924, et mesurant alors la den-

sité ionique, il trouve 1.200 à 5.000 ions par centimètre cube.

VLÈS, étudiant l'épidémie de polyomyélite survenue dans le Bas-Rhin, en 1930, a fait ces constatations : les deux énormes maxima de conductance, placées les 26-27 juin, 23-26 août, ont précédé chacune d'une semaine environ, les maxima isolés de l'épidémie du 1^{er}-10 juillet, 1^{er}-10 septembre ; inversement, le minimum relatif des cas survenus du 11-20 juillet, s'est placé lui-même dans la semaine suivant le minimum de conductance du 10 juillet ; le grand minimum de l'épidémie du 11-31 août a succédé avec le même ordre d'intervalle au minimum de conductance du 8-9 août ; seul le deuxième maximum relatif de l'épidémie du 21-31 juillet n'a pas montré le même rapport. D'autres maladies ont présenté les mêmes coïncidences (grippe, paludisme, furonculose, etc...). Il serait peut-être osé, en se basant sur ces faits, de tirer une conclusion d'une intervention éventuelle de l'état ionique de l'atmosphère sur le processus épidémiologique

Les microbes sont-ils fixés sur les ions, et grâce à la grande conductibilité de l'air, leur propagation est-elle plus facile ; ou bien, existe-t-il une plus grande réceptivité des individus par grande ionisation ? Voilà deux questions auxquelles il est encore prématuré de répondre.

En tout cas, PECH signale que la sensibilité des hommes varie avec l'ionisation. Il signale le fait suivant que des hommes habitant depuis deux générations

au moins un village à atmosphère nettement positive, seraient indemnes de tuberculose et cancer et échapperaient aux épidémies ; mais, placé dans un village à potentiel nul, ils contracteraient facilement la tuberculose et d'autres infections, qui auraient chez eux une gravité particulière.

Il existe encore de nombreuses observations sur l'effet de l'état électrique de l'atmosphère sur l'organisme.

CASPARI, dès 1902, donne l'ionisation de l'atmosphère comme cause du mal de montagne.

CATTIER signale que dans une île des petites Antilles Anglaises de l'Amérique du Sud, le sol présente des émanations spéciales qui provoquent une intoxication lente, destructive des globules rouges du sang, amenant une anémie importante, et à ce sujet, pense que ces émanations agissent par leur effet ionisant.

Bref, tous les auteurs sont d'accord sur le fait suivant : la grande conductibilité de l'atmosphère avec prédominance de l'ionisation positive, a un effet nocif sur l'organisme, cet état ionique s'observe surtout par vents chauds et secs : le Foehn, étudié par EZERMARK ; le sirocco, responsable du coup de cafard du troupière d'Afrique ; le vent du Midi, étudié par MOURIQUAND et PONTIUS, entraînant des troubles, surtout chez les nourrissons ; le mistral que redoute le cardiaque et le tuberculeux, etc...

Depuis quelques années, les derniers travaux ont mis en cause « les fronts aériens » ou surface de dis-

continuité, qui témoignent des migrations des masses atmosphériques. En employant la terminologie de l'école de BERGEN, une langue d'air chaud inséré entre deux coins d'air froid, constitue un cyclone, limité en avant par un front chaud, en arrière par un front froid. En passant sur une région, ils produisent une élévation de la température, une baisse de pression, une rotation des vents dans le sens des aiguilles d'une montre.

B. DE RUDDER signale le rôle de ces fronts sur les accidents aigus des maladies chroniques, sur les hémoptisies, les douleurs fulgurantes du tabès, les crises d'épilepsie, le glaucome aigu, les accidents de la spasmophilie, le croup, l'asthme, les migraines, la malaria. FEIGE et FREUND les ont vu déclencher des crises rhumatismales.

Dans cette conception nouvelle des phénomènes météorologiques, la « Frontologie médicale », ce sont le jeu et les heurts des masses aériennes des fronts d'air aux caractères différents, qui produiraient des troubles pathogènes dans l'organisme. Mais cette action ne serait-elle pas due simplement aux troubles de l'ionisation (augmentation de l'ionisation positive et forte conductibilité) ?

L'ionisation positive entraîne donc de nombreux troubles dans l'organisme. Il vient aussitôt à l'esprit qu'on pourrait réaliser la prophylaxie de ces accidents en soustrayant les individus sensibles à l'action néfaste de cet air positif ; et c'est ce qu'a réalisé DENIER, dans sa salle souterraine, salle creusée à

7 mètres sous terre, ayant 14 mètres de long sur 6 mètres de large, où on peut faire varier à volonté la pression atmosphérique, l'humidité, la température et l'ionisation de l'air.

Un autre moyen serait de désioniser l'air (la chambre désionisée de BRANDT) ; cela peut être obtenu en fixant ou collant au mur des tapisseries métallisées, ou des feuilles d'aluminium, le tout relié à la terre par une conduite d'eau, ou le tuyau du chauffage central. On pourrait, en outre, entourer le lit du malade d'une moustiquaire fait d'un tissu métallisé et relié lui aussi à la terre : ce serait la réalisation en petit de l'idée de TCHJEWISKY « de l'hôpital blindé ou cuirassé ».

Il resterait encore la production artificielle d'ions négatifs, de façon à obtenir une prédominance négative. Dans sa salle blindée et climatisée, le sensible pourrait se soustraire aux actions nuisibles de l'ionisation positive.

CHAIZE signale les bons résultats obtenus chez les tuberculeux, par l'emploi des sympathicolytiques, tels que le gui et l'ergotine.

Enfin, BOIG fait disparaître les accidents dûs au Fœhn en faisant respirer aux patients un air de Fœhn lavé.

Mais toute cette prophylaxie est bien difficile ; elle suppose le contact constant de l'astronome et du médecin, pour que ce dernier soit averti à temps du trouble atmosphérique.

Action biologique de l'ionisation artificielle.

A quelques erreurs près, erreurs faites souvent sur la polarité des ions employés, les résultats de l'ionisation artificielle ont été concordants. La quantité et la qualité des ions, sont des facteurs capitaux, néanmoins, il faut donner une grande importance à la durée et au nombre des séances.

ACTION SUR LE SANG ET LA CIRCULATION.

Une atmosphère riche en ions négatifs augmente le taux de l'hémoglobine du sang, le nombre des globules rouges, ralentit la précipitation des hématies en augmentant leur charge négative naturelle. Cette charge dépend surtout de l'état électrochimique des colloïdes du plasma sanguin : une augmentation de la charge positive ou négative des érythrocytes doit donc admettre une augmentation de la charge positive ou négative des colloïdes : c'est ce qu'ont démontré TCHIRJEWSKY et LANDA-GLASS. Sous l'action des ions positifs, la réaction de coagulation des colloïdes du sérum, en présence d'aluminium (réaction de MATEFFI-BRULOVA) produit des flocons à des concentrations insignifiantes d'aluminium. LASABLIÈRE, UZAN et MONNET, employant la réaction à l'eau distillée de Lucien UZAN, ont obtenu des résultats variables, suivant les animaux employés. L'école russe admet donc que l'air ionisé négativement augmente la stabilité des colloïdes sanguins, tandis qu'un air positif augmente leur labilité.

Les modifications de la formule blanche, sont moins nettes. TCHJEWISKY, HOBER, HAPPEL, NERLUDOWA, BOSCHEWOLNOK, PREROVSKY, LASSABLIÈRE, UZAN, MONNET, trouvent des variations, mais tandis que les premiers ont trouvé une leucopénie suivie de leucocytose par l'aéro-ionisation négative, LASSABLIÈRE, UZAN, MONNET ont eu les mêmes résultats avec les ions positifs.

Tandis que DENIER voit le PH du sang se modifier vers l'acidité, TCHJEWISKY observe un changement vers l'alcalinité.

La viscosité sanguine subirait aussi des variations. En définitive, on peut admettre que l'ionisation négative provoque un renforcement du processus érythro-poïétique et augmente la stabilité sérique.

ACTION SUR L'APPAREIL RESPIRATOIRE.

Le rythme respiratoire est influencé par une atmosphère richement ionisée : le rythme devient plus lent, et les inspirations plus profondes dans une atmosphère négative : la respiration est au contraire accélérée dans une atmosphère positive.

LASSABLIÈRE, UZAN, MONNET ont observé des irrégularités respiratoires chez des animaux anesthésiés, soumis à de longues séances d'ionisation : ces résultats ont été confirmés par STRASBURGER et HAPPEL.

L'effet sur la respiration des plantes porte encore à discussion. MIDDLETON et PORTSMOUTH ont obtenu une augmentation de la respiration de l'orge avec des ions négatifs : PORTSMOUTH, avec le Pelargonium, S. R. DE

BOER avec les champignons n'ont pas trouvé de modifications.

ACTION SUR LA DIURÈSE.

HAPPEL a vu l'ionisation négative augmenter la diurèse et PROZOROWSKY croit à son action sur le métabolisme de l'eau et du sel. DENIER fait une mesure d'impédance localisée à un individu atteint d'œdème de Quincke et trouve 250 ohms. Il soumet son malade à l'action des ions négatifs : il se présente un mieux manifeste après une débâcle urinaire, et l'impédance remonte à 270 ohms.

ACTION SUR LES GLANDES ENDOCRINES.

L'effet le plus important s'observe sur les glandes sexuelles en aéro-ionisation négative, l'activité reproductrice est excitée chez les animaux comme chez l'homme. BIANCANI a vu qu'en admosphère positive prononcée, les avortements sont fréquents, et les sujets obtenus sont d'élevage difficile.

PECH expérimentant sur les poules, en atmosphère nulle, a observé des troubles croissants à mesure que les générations se succèdent : fragilité intestinale, ponte d'œufs de conservation difficile, et souvent infécondés, puis apparition de tumeur bénigne de l'ovaire ou de l'oviducte, puis malignes avec métastase et cachexie. La fonction lactigène serait augmentée chez la nourrice, et les moutons pourraient avoir un meilleur rendement lainier en air négatif.

INFLUENCE SUR LE SYSTÈME NEURO-MUSCULAIRE.

Les sujets accusent une sensation de bien-être, de fraîcheur, de détente, d'euphorie dans une atmosphère

négative, mais si la séance se prolonge, on peut avoir un résultat dépressif allant jusqu'à la somnolence.

EDSTROM a trouvé une diminution de la chronaxie des nerfs moteurs et sensitifs et du seuil de l'irritabilité en atmosphère négative.

ACTION SUR LA CROISSANCE ET LE MÉTABOLISME BASAL.

Les résultats s'observent mieux chez les débiles. Sous l'aéro-ionisation négative. TCHJEWSKÝ a vu des sujets débiles reprendre un essor normal. D'ailleurs, d'après ce même auteur et KIMRIAKOW, il suffirait pour arriver au même but, de soumettre les aliments à une aéro-ionisation négative.

VLÈS, de Strasbourg, expérimentant sur des bébés, a obtenu un meilleur développement de ces derniers, quand le berceau était relié au sol.

Cette action sur la croissance, ne serait-elle pas due à une augmentation du métabolisme de base, augmentation constatée par TCHJEWSKY et son école en air négatif. Tout dernièrement, PIÉRY, ENSELME, LE VAN SEN ont vu que les masses d'air maritime, qui provoquent une prédominance négative, augmentent les échanges, décelable par l'augmentation de CO_2 du sang veineux. Les masses d'air continental ont une action opposée.

ACTION PHYLACTIQUE.

LASSABLIÈRE, UZAN, MONNET ont trouvé que les doses toxiques et mortelles de poisons variaient suivant

l'ionisation. Les souris supportent mieux la sparteïne et le venin de cobra par forte conductibilité, mais c'est par faible ionisation que le gardénal est mieux supporté.

Ces mêmes auteurs ont trouvé que l'ionisation négative facilite les anesthésies (uréthane, chloralose).

ACTION BACTÉRICIDE DE L'AÉRO-IONISATION.

L'action bactéricide des radiations ionisantes a été soupçonnée depuis longtemps (RIEDER, CASPARI). STEFFENS a pu obtenir ainsi la bactériolyse des bacilles typhiques, et l'école russe a obtenu les résultats identiques avec d'autres microbes. CHAIZE et WILLEY ont tué des larves de *Drosophila Mélanogaster*, en plaçant pendant dix minutes une culture dans un air ionisé.

BONNET-MAURY et OLIVIER ont soumis une suspension de bacilles d'Eberth et B. de Koch à l'action des radiations ionisantes d'une solution chlorhydrique décimormale de Polonium.

Ils ont obtenus ainsi des bacilles vivants, mais incapables de se reproduire. D'ailleurs, les résultats sont facteurs des doses employées ; en variant ces dernières, on peut obtenir la mort immédiate, la suppression de la reproduction, la mort différée, le retard de la croissance et les mutations.

« L'action des radiations ionisantes, écrivent HOLWECK et LACASSAPNE, a été souvent comparée à une fine dissection des organes, dans lesquels celle-ci réaliserait comme un triage des espaces cellulaires : cette

sorte de micro dissection, qui aboutit à une dissociation de la cellule caractérise l'action biologique des rayonnements ionisants, par opposition de celle de tous les autres agents physiques ou chimiques » qui agissent en « tout ou rien », la mort de chaque individu étant obtenue par une atteinte générale des fonctions cellulaires ; le rayonnement ionisant, au contraire, produit toute une série de lésions finement localisée.

L'action biologique de l'aéro-ionisation est donc importante, touchant toutes les parties de l'organisme, et certes, TCHLJEWSKY semble avoir raison, lorsqu'il caractérise l'aéro-ionisation par les traits suivants :

- l'universalité ;
- la polarité ;
- la spécificité, confirmée par les recherches ;
- la périodicité ; des doses stimulantes et enrayantes se succéderaient ;
- l'action durable.

Mécanisme d'action de l'air ionisé.

Certains auteurs, KESTNER, LOEB, ont prétendu que les actions obtenues sur l'organisme par l'aéro-ionisation artificielle, n'étaient pas due aux ions présents dans l'air mais bien à certains gaz — ozone, oxydes d'azote — que les appareils source d'ions produisaient dans l'air ; ZWONIZKY, OBROSSOW, GROSDOWSKY ont montré l'inanité de cette hypothèse : le fonctionne-

ment d'un appareil producteur d'ions pendant trois heures, donne une concentration en oxyde d'azote de 0 mmg 008 par litre : or, une souris vit, sans dommage, dans une atmosphère contenant 0,001 mmg. par litre. L'ozone est également produit en très petites quantités et est pratiquement inefficace.

L'action biologique revient donc aux ions, mais comment agissent-ils ?

« Les ions, tout en bombardant la surface du corps, leur transmettent leur charge électrique, à la suite de quoi, un courant électrique passe le long de la surface du corps. Mais outre le bombardement ionique de surface, il existe un autre moyen pour faire agir les ions sur l'organisme : l'inspiration des ions », écrit TCHIJESKY, et c'est en se basant sur cette conception, admise de tous, qu'on a construit des appareils permettant l'orientation du flux ionique vers les voies respiratoires. D'après les travaux de DESSAUER, JANITZKY, HAPPEL, WOŁODKEWITSCH, on sait que les poumons retiennent au moins 14 % et au plus 40 % des charges respirées. La bouche, la gorge, la trachée, en gardent au moins 45 % : la charge retenue par les poumons est d'autant plus élevée que la respiration est plus profonde. D'après JANITZKY, les ions moyens seuls de mobilité comprise entre 0.007 cm. à 0,0018 cm. arriveraient jusqu'aux poumons.

Les ions parvenus dans l'organisme, la brusquerie et l'universalité de leur action, nous fait penser qu'ils ne peuvent agir que par voie nerveuse ou sanguine. Les deux théories ont eu leurs défenseurs.

CHAIZE fait cette remarque judicieuse, que tous les accidents observés par ionisation positive et forte conductibilité, crises d'asthme, urticaire, migraines, crises rhumatismales, hémoptysies, ont dans leur diversité, un « air de famille » qui les rapproche tous du choc anaphylactique. Les individus qui font ces accidents sont des dérégles neuro-végétatifs. Se basant sur l'étude du réflexe oculo-cardiaque, CHAIZE a trouvé que les tuberculeux étaient, du fait de la toxine tuberculeuse, des sympathicotoniques : au moment ou sous une influence atmosphérique, ils faisaient leurs hémoptysies, ce réflexe était constamment augmenté : ils devenaient des hypersympathicotoniques, et cette hypersympathicotonie, produisant un œdème localisé, une stase vasculaire, une congestion serait la cause de l'hémoptysie ; toxine tuberculeuse produisant un terrain sympathicotonique, et ionisation positive exagérant cette sympathicotonie déclencherait les hémoptysies chez les tuberculeux.

Les règles chez la femme provoquent une sympathicotonie momentanée, or, c'est exactement à cette époque que les variations ioniques de l'atmosphère déclenchent de nombreux accidents, tels que les migraines, les urticaires, etc...

L'ionisation de l'atmosphère agit donc sur le système neuro-végétatif, mais cette action est-elle directe ? ou bien cette variation de l'équilibre neuro-végétatif n'est-elle que le témoin d'une modification plus profonde des humeurs de l'organisme.

L'hypothèse de la pénétration des ions à travers

la paroi alvéolaire n'est plus admise. TCHJEWISKY croit que les ions ne font que rendre leur charge à la paroi alvéolaire par la voie de l'adsorption.

Les ions positifs sont absorbés par la membrane des cellules endothéliales chargés négativement : cette membrane les décharge partiellement, ce qui a pour résultat, une décharge partielle négative des colloïdes albumineux du sang, coulant le long du capillaire pulmonaire, et une décharge partielle négative des hématies.

Pour les ions négatifs, on a un phénomène inverse. C'est la théorie de l'électro-échange pulmonaire de TCHJEWISKY ; au niveau des tissus le même phénomène de charge et décharge se ferait entre les cellules tissulaires et les composants colloïdaux et cellulaires du sang : c'est l'électro-échange tissulaire.

Cette théorie nous explique bien la pathogénie des troubles obtenus par ionisation positive. Les particules colloïdales du sang, des humeurs, des protoplasmes cellulaires, sont chargées négativement : les ions positifs diminuent cette charge et il y a tendance à flocculer, choc hémoclasique, qui peut avoir des manifestations locales très variables.

Les ions négatifs, au contraire, augmentent cette charge, stabilisent les colloïdes sanguins.

Cette théorie est bien séduisante, et cependant, elle ne donne pas la clef de tous accidents dus aux variations ioniques de l'atmosphère. Dans le Fœhn, par

exemple, le rapport $\frac{\text{ions positifs}}{\text{ions négatifs}}$, est variable et

Cependant, le trouble est constant. Faut-il admettre avec LINKE, que les malaises observés, sont dans ce cas dûs à la pauvreté de l'air en noyaux de condensation qui favoriseraient l'oxydation du sang pulmonaire, par une sorte de phénomène de catalyse ?

Il ne faut pas, en ne s'occupant que du côté électro-physique de la question, oublier que, peut être, la composition chimique des ions, composition variable suivant leur charge et suivant la source qui leur a donné naissance (MERCIER, JOYET, LAPORTE), peut avoir une importance sur leur action biologique.

CHAPITRE IV

APPLICATIONS THERAPEUTHIQUES ET HYGIENIQUES

A. — Applications thérapeutiques.

C'est en 1910, que l'ionisation artificielle est entrée dans l'arsenal thérapeutique, avec STEFFENS, mais c'est depuis vingt ans surtout que l'aéro-ionisation unipolaire a été employée d'une façon toujours croissante dans le traitement de nombreuses affections.

Au premier rang de celles-ci, se place le rhumatisme sous toutes ses formes, aiguës et chroniques, endocrinien et infectieux.

DENIER a réalisé ce traitement dans sa salle souterraine et obtint de bons résultats.

Les sédations seraient de l'ordre de 30 à 80 %. D'ailleurs, aujourd'hui, on commence à penser que l'action thérapeutique des eaux thermales radio-actives seraient dues à l'aéro-ionisation négative qu'elles provoquent.

L'asthme a été traité par l'aéro-ionisation négative par de nombreux auteurs russes (TCHJEWISKY, SOKALOW, LANDSMAN), allemands (STEFFENS, STRASBURGER,

HAPPEL, français (DENIER). TCHJEWSKY donne 84 % sinon de guérison, du moins d'améliorations sensibles.

L'hypertension, dans la forme spasmodique, sans lésions rénales, a été nettement améliorée par l'ionisation négative. TCHJEWSKY en Russie, HAPPEL en Allemagne, PROROWSKY à Prague, DENIER en France, ont obtenu des résultats concordants.

On a fait appel à l'action sédative de l'ionisation sédative, pour calmer certaines insomnies, certains états basedowiens, certaines excitations démentielles. Se basant sur son action sur les glandes endocrines, On a ainsi traité avec succès certaines insuffisances endocriniennes. L'Hypogalactie aurait été également améliorée. Enfin, on cite comme améliorées par l'aériorisation, d'autres affections telles que les rhinites (LEICHER-STRASBURGER, LAMPERT), les Kératites, blépharites (auteurs russes), les plaies atones (PÉREDEL'SKY, VILENKEN), les atonies utérines (KROUPSKI, EISENBAY), le bourdonnement d'oreilles, les otoscléroses (DENIER), etc...

Tout dernièrement, l'école russe voudrait étendre ces applications thérapeutiques à des infections telles que la tuberculose, grippe, furonculose, paludisme, et à certaines avitaminoses (A et E) et dermatoses.

B. — Applications hygiéniques.

TCHJEWSKY, en 1932, fit la constatation que l'air saturé d'eau à la température du corps et expiré par les poumons, est très ionisé avec une prédominance

positive nette. La présence des gens dans un local, tue les petits ions et produit une quantité importante de gros ions, surtout positifs, avec une concentration pouvant aller de 10.000 à 50.000 ions par centimètre cube. Or, l'on connaît l'influence néfaste des gros ions positifs qui enrayent l'échange des gaz pulmonaires. Il s'ensuit des applications importantes hygiéniques dans les locaux habités, les chambres, les salles de théâtre, etc.

Cette sensation d'oppression qu'on éprouve aux assemblées nombreuses, disparaîtrait si on supprimait les gros ions.

L'aération, la ventilation de l'air obtiennent ce but : les fumées, celles de tabacs, par exemple, ont diminué cette ionisation positive à gros ions, et on comprend l'intérêt hygiénique de la permission de fumer dans les salles de spectacles.

J'ai mesuré l'ionisation des salles d'opérations, avant et après les séances opératoires, j'ai trouvé constamment l'ionisation positive augmentée et cela dans des proportions importantes.

Voici quelques résultats obtenus avec l'appareil de Walter :

Samedi 29 avril 1939 : début des opérations, 11 h. 30, + 3 ; fin des opérations, 12 h. 45, + 45.

Mardi 2 mai 1939 : début des opérations, 10 h. 45, + 2 ; fin des opérations, 11 h. 45, + 30.

Jeudi 4 mai 1939 : début des opérations, 10 heures, + 3 ; fin des opérations, 11 heures, + 5.

Voici quelques autres résultats obtenus avec le même appareil, au laboratoire :

Le 4 mai 1939, 15 heures : température, 18° ; hygrométrie, 62 ; pression atmosphérique, 754 ; ionisation — 5.

Le 5 mai 1939 : température, 17° ; hygrométrie, 60 ; pression atmosphérique, 55 ; ionisation + 3.

On produit des fumées de vapeur de benzine, et deux minutes après, ionisation + 40.

On aère la pièce, et quinze minutes après, ionisation + 20.

30 minutes après, ionisation — 2.

Le 6 mai 1939 : atmosphère confinée. Ionisation + 12 ; température, 20 ; hygrométrie, 53 ; pression atmosphérique, 752.

On fume, et on fait des mesures de deux minutes en deux minutes, et on trouve : + 6, + 4, — 2, — 4, — 4.

On aère, et on trouve : — 6, — 6, — 8, — 8, — 8.

L'augmentation de l'ionisation positive est due, certes, à la respiration des personnes de la salle, mais nous voyons que la fumée de vapeur de benzine intervient également. Dans les salles d'opérations, les vapeurs anesthésiques (SCHLEICH dans ce cas) doivent également une action.

Nous voyons également que les fumées de tabac produisent des ions négatifs et qu'il a fallu une aération d'une demi-heure pour ramener l'état ionique de l'air de la salle, à son stade initial.

La marche des machines électriques, comme l'a constaté BEHOUEK, qui a pris de nombreuses mesures

dans une centrale électrique, fait varier l'ionisation du local. Cette variation vers une polarité négative entraîne d'abord une sédation, mais finalement crée un état de dépression : la polarité positive amène un état d'irritabilité, d'excitabilité. On aurait donc intérêt à régulariser l'état ionique de ces atmosphères.

Dans les bateaux de guerre, les sous-marins, interviennent les deux facteurs, respiration des embarqués, marche des machines. L'hygiène commanderait l'établissement d'un dispositif neutralisant ces deux facteurs.

Etant donné l'action de l'aéro-ionisation négative, sur nourrissons débiles, il serait intéressant de climatiser les crèches, en faisant intervenir sur un même plan le facteur ionique que les autres facteurs météorologiques (stérilité, humidité, température).

L'aéro-ionisation devrait donc intervenir dans le conditionnement de l'air des locaux habités.

Bref, le champ thérapeutique et hygiénique de l'aéro-ionisation est vaste et chaque année, il s'étend davantage.

CONCLUSIONS

I. — L'ionisation de l'atmosphère, est due à la présence dans l'air, de particules électrisés : les ions.

Ces ions ont une charge, une masse et une mobilité que les physiciens mesurent facilement.

En dehors de leur polarité, leur mobilité est un caractère important. C'est sur lui qu'on se base pour les classer (classification analogue à celles des rayons lumineux) d'après leur longueur d'onde. Cette mobilité varie de 1 cms/v à 0.00025 cms/v.

II. — Pour mesurer les ions dans l'atmosphère, on s'est basé sur le phénomène de la déperdition électrique.

On a trouvé ainsi que l'air était en général positif ;
les rapports $\frac{\text{ions positifs}}{\text{ions non positifs}} = 1,24$, mais cet état ionique varie d'un lieu à un autre, les sources ionisantes, étant variables.

Les principales sources de l'aéro-ionisation sont : les corps radio-actifs du sol et des sources thermales, le rayonnement solaire et cosmique, les décharges électriques, les flammes, les pulvérisations de l'eau.

Les facteurs météorologiques n'interviennent que pour faire varier les nombres d'ions, en aidant à la

recombinaison, ou en s'opposant, ou facilitant l'action des sources productrices d'ions.

III — La concentration ionique de l'atmosphère est faible, mais par l'ionisation artificielle, on arrive à une concentration élevée ; on est également maître de la polarité. Les producteurs d'ions employés, sont variables (corps radio-actifs, métaux incandescents, etc...).

IV. — Les observations cliniques, faites sur l'action de l'ionisation naturelle, portent sur les effets nocifs produits par l'ionisation positive, associée à une forte conductibilité.

Elle intervient, dans les hémoptysies des tuberculeux, dans les crises des maladies allergiques, dans les poussées épidémiques, dans les poussées aiguës au cours des maladies chroniques. Une ionisation positive et une forte conductibilité, sont en général, réalisées par un vent chaud et sec (vent du Midi, le Fœhn, vent d'Est du Détroit de Gibraltar, front aérien).

La prophylaxie de ces accidents, est simple : soustraire les malades à cette ionisation positive néfaste, en les plaçant dans les salles climatisées.

V. — L'ionisation artificielle a montré l'action importante d'une atmosphère négative sur le sang, sur les glandes endocrines, sur la diurèse, sur le métabolisme basal, sur la croissance, sur les microbes.

VI. — L'action de l'ionisation de l'air, semble agir par le phénomène de l'électro-échange pulmonaire, complété par l'électro-échange tissulaire ; la stabilité sérique étant plus faible chez les dérégles du système neuro-végétatif, explique les accidents plus fréquents chez ces derniers.

L'ionisation est employée comme agent thérapeutique dans un grand nombre de maladies; jusqu'à présent, elle aurait donné ses meilleurs résultats, dans les rhumatismes, dans les hypertensions paroxystiques et l'asthme.

VII. — En hygiène, on doit également en tenir compte, dans le conditionnement de l'air, principalement dans les salles publiques, centrales électriques, navires de guerre, salles d'opérations.

VIII. — Les mesures personnelles confirment l'augmentation de l'aéro-ionisation positive, par la respiration des individus, par la volatilisation de certains composés chimiques (benzyne, schleich).

Elles m'ont permis de révéler la notion admise des pouvoirs ionisants négatifs des fumées de tabac, et de voir qu'il faut une aération d'une demi-heure, pour changer l'état ionique d'une salle.

Vu :

LE DOYEN :
TIFFENEAU.

Vu :

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE :
TANON.

Vu et permis d'imprimer :

LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,
ROUSSY.

BIBLIOGRAPHIE

- AIMES. — Météoropathologie.
- BALDIT. — *Ann. Institut. Hydr. et Climatologie*, janvier et juin 1938.
- BIANCANI. — *Paris Médical*, 15 avril 1933.
- BONNET, MAURY et OLIVIER (H. R.). — *Bull. de la Soc. Chimie biol.*, n° 12, déc. 1937.
- BRANDON. — *Archives Médico-Chir.*, app. respiratoire, t. VII, n° 3, 1932.
- BUDAI. — *Revue Path. Comp. et Hyg. gén.*, n° 498, mars 1938.
- CARLES. — *Thèse Médecine*, Paris, 1936.
- CATTIER. — *Congr. Int. Tour., Therm. et Clim.*, Paris, oct. 1937.
- CATTIER. — *Ann. Soc. Hydr. et Clim. Médicales*, Paris, 6 mars 1939.
- CHAIZE. — *Presse Thermale et Climatique*, 15 janvier 1937.
- CHAIZE. — *Arch. Médico-Chir. de l'App. Resp.*, 1930, n° 2. 1933, n° 6.
- CONSTANTIN. — *Bull. et Mém. Soc. Rad. Médicale de France*, juin 1937.
- CONSTANTIN. — *Congr. Hyd. et Clim.*, Paris, 1937.
- CONSTANTIN. — *Arch. Inst. Prophyl.*, 1938, p. 135-148.
- CONSTANTIN. — *Revue Médicale de France*, sept.-oct. 1938.
- DAUZÈRE. — *Presse Thermale et Climatique*, 15 janv. 1937
- DENIER. — *Bull. et Mém. Soc. Rad. Méd. de France*, avril 1936.

- DENIER. — *L'Hôpital*, sept. 1936.
- DENIER. — *Gaz. Méd. de France*, 1^{er} novembre 1936.
- DENIER. — *Bull. Soc. Franç. Electro et Rad.*, avril 1937.
- DENIFR. — *Mouvement Sanitaire*, octobre 1937.
- BURGER. — In *Zahn Jahre Forschung auf dem phys-*
DESSAUER, JANITZY, WOLOKEWITSCH, HAPPEL, STRAS-
sikalisch-medizinischen Grenzgebiet. Leipzig, 1931.
- DIEUDONNÉ. — *Presse Thermale et Climatique*, 15 jan-
vier 1935.
- DIEUDONNÉ et CHAIZE. — *Bull. Méd. Clin. Cambo*, n° 24,
1932.
- FAURE. — *Presse Thermale et Climatique*, 15 janv. 1937.
- GIRAUD. — *Influences des Variations météorologiques sur*
l'Organisme, 1 brochure, 1935.
- GOTT (J. P.). — *Proc. Roy. Soc., Londres*, p. 248-268.
- KOLLER. — *J. Kranklin Inst.*, nov. 1932, p. 543-568.
- KOPAZEWSKI. — *Paris Médical*, 15 avril 1933.
- LAPORTE. — *Ann. de Phys.*, 1927.
- LASSABLIÈRE, UZAN et MONNET. — *Ann. Soc. Hydr. et*
Clim. Méd., Paris, n° 7, 1938.
- LASSABLIÈRE, UZAN et WURMAN. — *Le Médecin chez Lui*,
n° 20, 1938.
- LUTON et RENARD. — *Centre Méd.*, fév. 1936.
- MATHIAS. — *Traité d'Elect. Atmosph. et Tell. P. Univ. de*
France, 1924.
- MAURAIN. — *Ass. Franç. Avanc. Scient. Congr. de Nantes*,
1935.
- MARTINOZZI. — *Ann. Inst. Phys. du Globe*, 1933, p. 74-78.
- MERCIER et JOYET. — *Arch. Phys. Biol.*, sept.-déc. 1936.
- MISSENARD. — *L'Homme et le climat*. Plon, Edit., Paris,
1937.
- MOURIQUAND et PONTUS. — *Mouv. Sanitaire*, oct. 1937.
- NOLAN. — *Proc. Roy. Ir. Ac.*, 1923, p. 74-92.
- NOLAN. — *Proc. Roy. Ir. Ac.*, 1933, p. 61-69.

- NOLAN et O'KEEFE. — *Proc. Roy. Ir. Ac.*, 1933, p. 26-40.
- PECH. — *Montpellier Médical*, 1925, p. 169-177.
- PECH. — *Presse Thermale et Climatique*, 1925, p. 425-428.
- PECH. — *Mouv. Sanitaire*, oct. 1932.
- PIERY, ENSELME et LE VAN SEN. — *Bull. Acad. Méd.*,
n° 2, 28 mars 1939.
- PONTHUS. — *Bull. Soc. Electr. et Rad.*, oct. 1937.
- PRESSAT. — *Thèse Paris*, 1934.
- RENAUDIN. — *Presse Thermale et Climat.*, 15 janv. 1937.
- STRIFFLING. — *Gaz. Méd. de France*, 1^{er} nov. 1936.
- SALLES. — *La Météorologie*, juillet 1932.
- SALLES. — *Cong. Int. Elect.*, 17 juin 1932.
- SAVIGNON. — *Thèse Méd. Paris*, 1935.
- SEPPILI. — *Riv. di idroclimat. talassol. e terap. fis.*, nov.-
déc. 1937.
- TCHIJEWSKY. — *Presse Thermale et Climatique*, Paris,
1929.
- *Progrès Médical*, nov. 1929.
 - *Giorn. di Fisiol.*, fév. 1930.
 - *Progr. Méd.*, juin 1930.
 - *Progr. Méd.*, août 1931.
 - *Revue des Radiat.*, juin 1934.
 - *Ann. de Méd. Phys. et Physiol.*, Anvers, 1934.
 - *Hippocrate*, Paris, 1936.
 - *Hippocrate*, Paris, 1938.
 - *Journ. de Phys. et Path. Gén.*, juin 1937.
 - Article dans *Traité de Chim. Biol. et Méd.* de
Piery, t. 1, Masson, édit., Paris, 1934.
- TCHIJEWSKY. — *Bull. Soc. Franc. l'Eect. et Rad.*, fév. 1939.
- TCHIJEWSKY. — *Rev. Path. comp. et Hig. Gén.*, déc. 1938.
- TCHIJEWSKY et UTZ. — *Prog. Méd.*, n° 31, 1^{er} août 1931.
- TCHIJEWSKY et WASSILIEV. — *Rev. Path. comp. et Hyg.
gén.*, 1934.

- TCHIJEWISKY et VOGNAR. — *C. R. Acad. Sciences*, 20 août 1934.
- TCHIJEWISKY et VOGNAR. — *Prog. Med.*, 1^{er} sept. 1934.
- THUAU. — *L'Electricité et l'organisme humain*, 1 broch., 48 p., 1937.
- UZAN. — *Ann. Soc. Hydr. et Clim. Méd. de France*, Paris, 6 mars 1939.
- VLÈS. — *Arch. phys. biol.*, 1930, p. 182-281.
- *Arch. phys. biol.*, 1932, p. 173-200.
- *Arch. phys. biol.*, 1933, p. 144.
- VLÈS. — *C. R. Acad. Sc.*, 1933, p. 62 et 216.
- VLÈS et DE COULON. — *Arch. Phys. biol.*, 1930, p. 282-285.
- VLÈS et DE COULON. — *Congrès de Madrid*, 1933.
- WALTER. — *Bull. Soc. Franc. l'Elect. et Rad.*, janv. 1933.
- *Bull. Soc. Franc. Elect. et Rad.*, octobre 1937.
- *Bull. Soc. Franc. Elect. et Rad.*, mars 1938.
- *Bull. Soc. Franç. Elect. et Rad.*, février 1939.



IMPRIMERIE SPECIALE
DE
MM. VIGOT Frères



